SK.4. Memahami konsep-konsep dan penerapan, getaran, gelombang, bunyi, dan optik dalam produkteknologi sehari-hari.

IND. 3. Menentukan sifat cahaya, besaran-besaran yang berhubungan dengan cermin/lensa atau penerapan alat optik dalam kehidupan sehari-hari

CAHAYA , CERMIN & LENSA

CAHAYA

A. Pengertian

Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik yang dapat merambat pada ruang hampa. Cepat rambat cahaya pada ruang hampa (vakum) 3×10^8 m/s.

Sifat-sifat Cahaya :
1. memiliki arah rambat tegak lurus terhadap arah getar (transversal)
2. merambat menurut garis lurus
3. memiliki energi
4. dapat mengalami pemantulan,

pembiasan, interferensi, difraksi dan

polarisasi.

B. Pemantulan cahaya

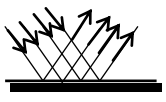
Macam-macam pemantulan :
1.*Pemantulan baur*, apabila permukaan bidang

pantulnya tidak rata sehingga sinar pantulnya

tidak teratur.

2. *Pemantulan teratur*, apabila permukaan bidang pantulnya rata sehingga sinar pantulnya teratur.

Pemantulan baur



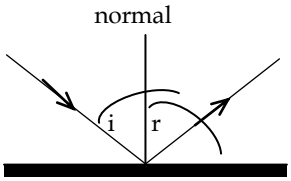
Pemantulan teratur

Hukum pemantulan :
Dikemukakan oleh Willebrord Snell (159-1676) Seorang ilmuwan dan Belanda yang bunyinya :

(i). Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r)

(ii) Sinar datang, garis normal dan sinar

pantul berada



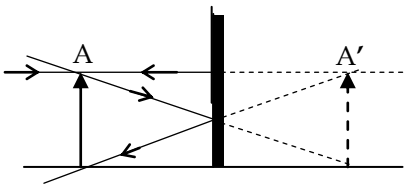
C. Cermin

Pembentukan bayangan pada cermin merupakan efek dari pemantulan sinar.
Cermin dibedakan atas cermin datar , cermin cekung dan cermin cembung.

1. Cermin datar

Cermin datar adalah cermin yang bidang

pantulnya datar.



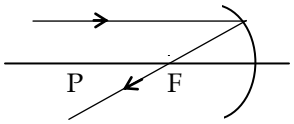
Sifat-sifat bayangan pada cermin datar

a. Bayangan maya (semu)
b. Jarak benda ke cermin = jarak bayangan ke cermin
c. Tinggi benda = tinggi bayangan
d. Tegak dan sama besar.

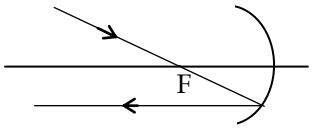
2. Cermin Cekung (cermin positif)

Cermin cekung bidang pantulnya cekung, jarak fokus bertanda positif danbersifat mengumpulkan cahaya.

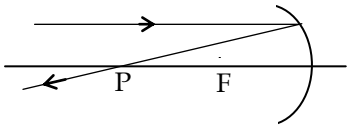
Sifat-sifat Sinar Istimewa pada cermin cekung :
1. Sinar datang sejajar sumbu utama, dipantulkan melalui titik fokus (f)



2. Sinar datang melalui titik fokus (f) dipantulkan sejajar sumbu utama



3. Sinar datang melalui pusat kelengkungan (P) dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan itu juga.



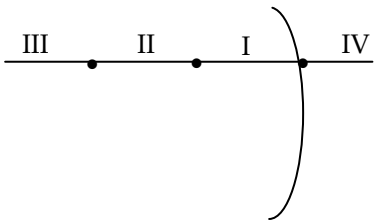
Ingat :

|| su → F
F → || su
P ⇄ P

su = sumbu utama

Menentukan Sifat Bayangan

Sifat bayangan dapat ditentukan dengan cara penomoran ruang.



Ruang benda + Ruang bayangan = 5

Ruang bayangan > Ruang benda, maka sifat bayangan : diperbesar.

Ruang bayangan < Ruang benda, maka sifat bayangan : diperkecil.

Bayangan di ruang I, II, III, maka sifat bayangan : nyata, terbalik.
Bayangan di ruang IV, maka sifat bayangan: maya dan tegak.

Bayangan nyata	Bayangan maya
-Perpotongan sinar pantul -Bayangan di depan cermin -Dapat ditangkap layar -Selalu terbalik	-Perpanjangan sinar pantul -Bayangan di belakang cermin -Tidak dapat ditangkap layar -Selalu tegak, diperbesar

	Cekung	Cembung
f	+	-
M	-	-
S_o	+	+
S_i	-	-

Rumus-rumus pada cermin cekung

$$f = \frac{1}{2}R$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_i} + \frac{1}{s_o}$$

$$M = \frac{h_i}{h_o} = \frac{S_i}{S_o}$$

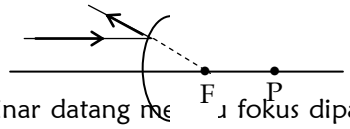
f = jarak fokus lensa
R = jari-jari kelenkungan cermin
S_o = jarak benda
S_i = jarak bayangan
h_o = tinggi benda
h_1 = tinggi bayangan
M = perbesaran bayangan

2. Cermin cembung (cermin negatif)

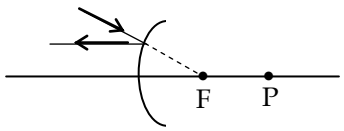
Cermin cembung bersifat menyebarkan cahaya. Jarak fokus bertanda negatif.

Sifat-sifat sinar Istimewa pada cermin cembung :

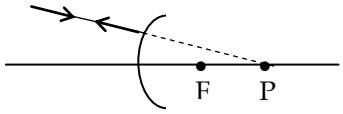
1. sinar datang sejajar sumbu utama, dipantulkan seolah-olah dari titik fokus



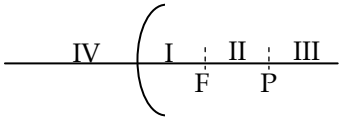
2. sinar datang menuju fokus dipantulkan sejajar sumbu utama



3. sinar datang menuju pusat kelengkungan dipantulkan seolah-olah dari titik pusat kelengkungan tersebut.



Pembentukan bayangan



Pada cermin cembung benda *selalu* ada di ruang IV, bayangan selalu di ruang I.
Sifat bayangan *(selalu)* : *maya*, *tegak* dan *diperkecil*

Rumus-rumus pada cermin cembung sama dengan rumus pada cermin cekung.

D.Pembiasan cahaya

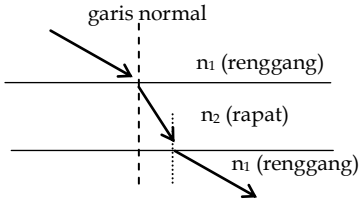
Pembiasan adalah pembelokan arah rambat cahaya dari satu medium ke medium lain karena perbedaan indeks bias.

Hukum Pembiasan (Hukum Snellius)

(i) Sinar datang, garis normal dan sinar bias terletak pada satu bidang datar.

(ii) Sinar datang dari medium kurang rapat ke medium yang lebih rapat dibiaskan mendekati garis normal dan sebalikny

.

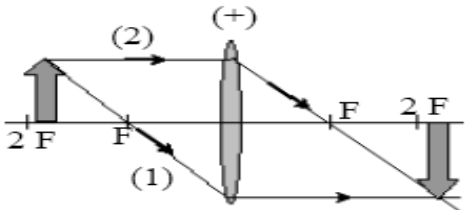


D. Lensa

Lensa dibedakan mernjadi dua, yaitu lensa cembung (konvergen) yang mempunyai fokus positip dan lensa cekung (divergen) yang mempunyai fokus negatip.

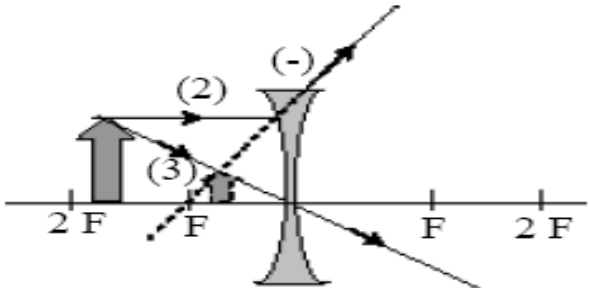
Sinar-sinar Istimewa pada lensa cembung diantaranya:

1. sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus
2. sinar datang melalui titik fokus dibiaskan sejajar sumbu utama
3. sinar datang melalui titik pusat diteruskan tanpa dibiaskan



Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung diantaranya :

1. sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seakan-akan dari titik fokus
2. sinar datang seakan-akan menuju fokus dibiaskan sejajar ssumbu utama
3. sinar datang melalui pusat optik diteruskan tanpa dibiaskan



1. Rumus-rumus pada Lensa

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{R} = \frac{1}{S_i} + \frac{1}{S_o}$$

$$M = \frac{h_i}{h_o} = \left|\frac{S_i}{S_o}\right|$$

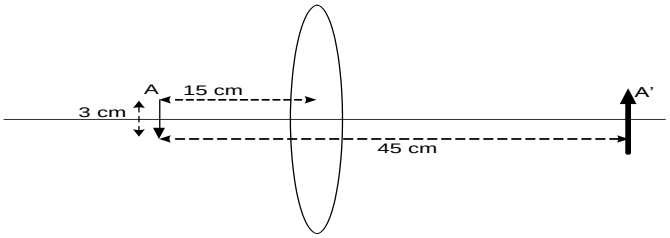
$$P = \frac{1}{f}$$

dimana :
f = fokus
R = jari-jari
S_o = jarak benda

S_1 = jarak bayangan
h_o = tinggi benda
h_1 = tinggi bayangan
M = perbesaran
P = kuat lensa (dioptri)

UJI KOMPETENSI
CAHAYA, CERMIN & LENSA

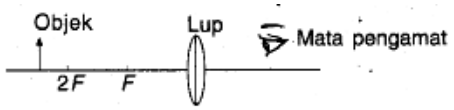
1. Perhatikan gambar berikut!

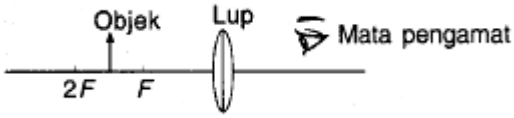


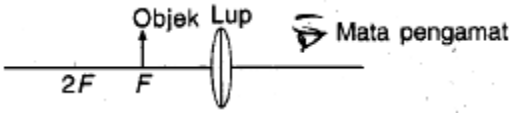
Titik fokus lensa tersebut adalah . . . .

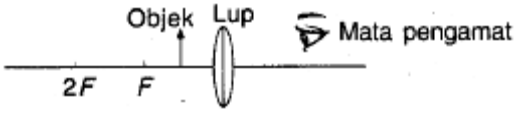
A. 5 cm
B. 10 cm
C. 15 cm
D. 30 cm

2. Apabila kita mengamati objek menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum, posisi objek yang benar adalah .....

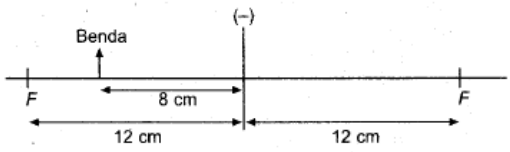
A.


B.


C.


D.


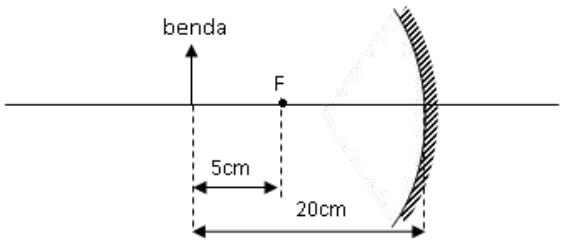
3. Sebuah benda diletakkan 8 cm di depan lensa cekung seperti gambar di bawah ini.



Jika fokus lensa berjarak 12 cm, bayangan benda terletak .... cm di belakang lensa.

A. 2,4
B. 4,8
C. 5,2
D. 5,8

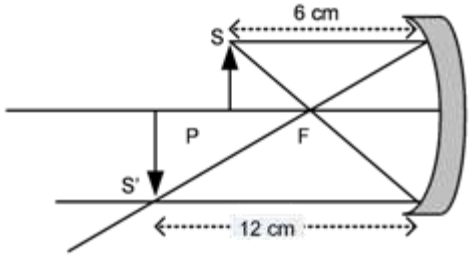
4. Sebuah benda terletak di depan cermin seperti gambar berikut!.



Perbesaran dan sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin tersebut adalah . . . .

A. 2 kali, maya terbalik
B. 3 kali, nyata terbalik
C. 4 kali, nyata terbalik
D. 6 kali, maya tegak

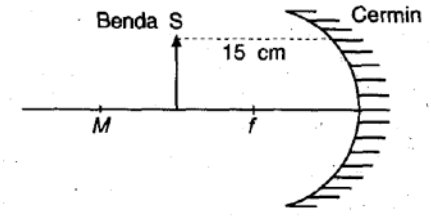
5. Gambar berikut menunjukkan pembentukan bayangan jika benda diletakkan 6 cm di depan cermin cekung.



Jika kemudian benda digeser sejauh 1 cm menjauhi cermin, maka perbesaran bayangan yang terjadi dari cermin adalah

A. 0,5 kali
B. 1,0 kali
C. 1,3 kali
D. 4,3 kali

6. Perhatikan gambar berikut!

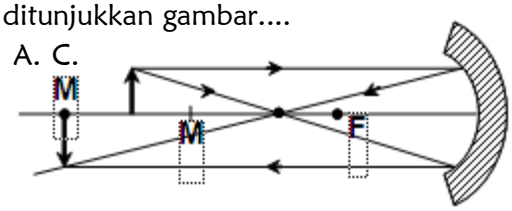


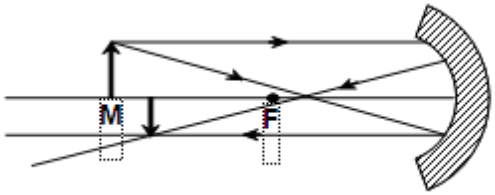
Sebuah benda diletakkan di depan cermin cekung seperti gambar di atas, ternyata terbentuk bayangan pada jarak $s' = 30$ cm. Apabila letak benda bergeser mendekati cermin cekung sejauh 3 cm dari posisi semula, jarak bayangan dari cermin cekung sekarang adalah ... cm

A. 40
B. 45
C. 50
D. 60

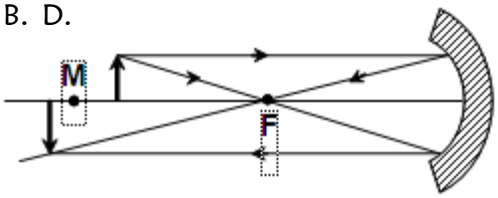
7. Lukisan pembentukan bayangan sebuah benda di depan cermin cekung yang benar ditunjukkan gambar....

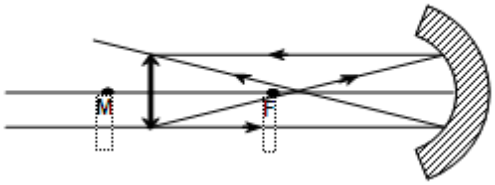
A. C.



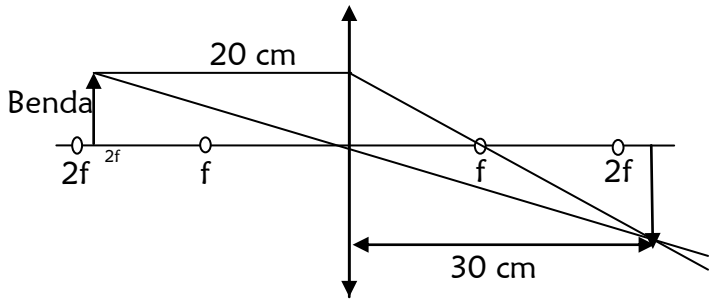


B. D.





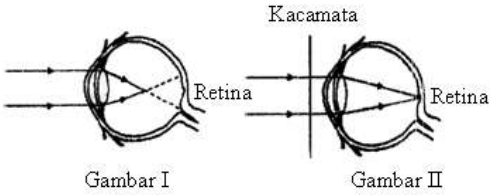
8. Perhatikangambarberikut!



Berdasarkan data yang tampak pada gambar jarak focus lensa cembung tersebut adalah… .

A. 4,5 cm
B. 7,5 cm
C. 10 cm
D. 12 cm

9. Perhatikan gambar jalannya sinar pada mata sebelum dan sesudah menggunakan lensa kacamata berikut :



Berdasarkan data yang tampak pada gambar I dan II, dapat dipastikan ....

	cacat mata yang diderita	penyebab
A	hipermetropi	titik dekat mata bergeser menjauhi mata
B	hipermetropi	titik dekat mata bergeser mendekati mata
C	miopi	titik jauh mata bergeser menjauhi mata
D	miopi	titik jauh mata bergeser mendekati mata

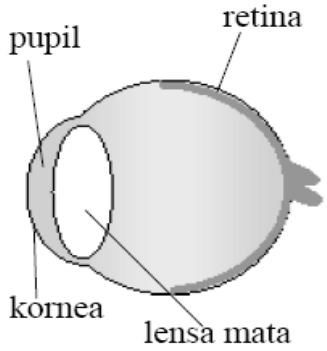
10. Sebuah lilin setinggi 4 cm berada 20 cm dari depan sebuah cermin cekung yang memiliki jarak fokus 40 cm. Bayangan adalah ….
    A. tegak, tinggi 2 cm
    B. tegak, tinggi 18 cm
    C. tegak, tinggi 8 cm
    D. terbalik, tinggi 2 cm

ALAT OPTIK

ALAT-ALAT OPTIK

I. MATA

I.1. Bagian-bagian mata



Keterangan

1. Kornea
   Bagian depan mata yang memiliki lengkung lebih tajam dan dilapisi selaput bening.
2. Aquaeous humor
   Cairan di belakang kornea yang fungsi utamanya adalah membiaskan cahaya yang masuk ke dalam mata.
3. Lensa mata atau lensa kristalin
   Berfungsi mengatur pembiasan cahaya yang masuk. Lensa mata merupakan lensa cembung.
4. Iris
   Selaput depan mata yang berfungsi mengatur lebar pupil dan memberikan warna pada mata.
5. Pupil
   Berfungsi mengatur intensitas cahaya yang masuk. Dalam ruang gelap pupil akan membuka lebar dan dalam terang pupil akan menggecil.
6. Retina atau selaput jala
   Berfungsi untuk menangkap bayangan yang di bentuk lensa mata. Bayangan yang terbentuk di retina adalah : Nyata, Terbalik dan Diperkecil.
7. Bintik kuning
   Bagian retina yang sangat peka terhadap cahaya.
   Agar bayangan terlihat jelas, bayangan yang terbentuk di retina harus tepat jatuh pada bintik kuning.
8. Saraf optik
   Saraf yang menghubungkan bintik kuning dengan otak sehingga bayangan yang terbentuk menjadi tegak, tidak terbalik seperti yang di bentuk oleh retina.

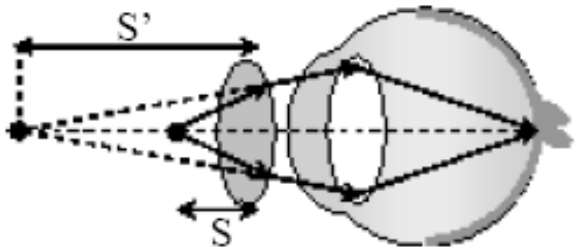
I.2. Daya akomodasi mata

Adalah kemampuan lensa mata untuk menebal atau menipis sesuai dengan letak benda yang diamati.

Mata akan berakomodasi maksimum jika melihat benda-benda yang akan dekat dan akan berakomodasi minimum jika melihat benda-benda yang jauh letaknya.

Titik terjauh yang masih dapat dilihat secara jelas oleh mata yangg berakomodasi minimum adalah **Punctum Remotum(PR).**

Titik terdekat yangg masih dapat dilihat secara jelas oleh mata yang berakomodasi maksimum adalah **Punctum Proximum (PP).**



Pada mata normal (emetropi), PP = 25 cm dan PR = ∞

PR	PP
∞	25 cm

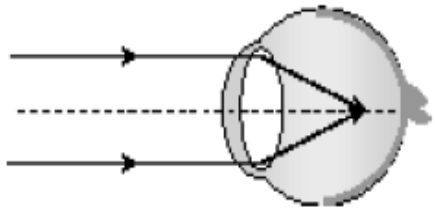
Jangkauan penglihatan mata

I.3. Cacat Mata

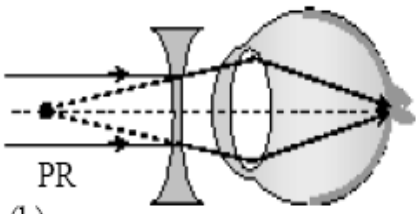
I.3.1. Rabun Jauh (Miopi)

Adalah penderita cacat mata yang tidak dapat melihat secara jelas benda-benda yang sangat jauh karena bayangan yang terbentuk berada di depan retina. Pada miopi PP = 25 dan PR <∞. Rabun jauh di tolong dengan kacamata

berlensa cekung (-). Syarat lensa cekung S_i = - titik terjauh (PR).



(a)



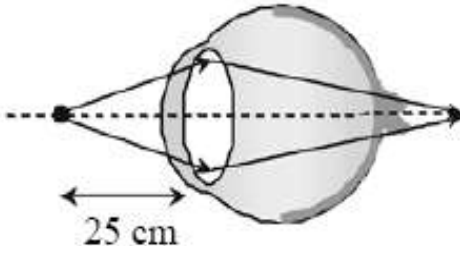
(b)

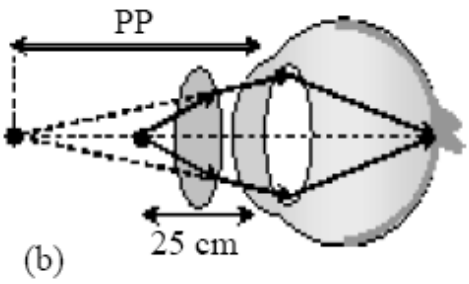
P = - 100/PR

PR = titik terjauh yang masih dapat dilihat
P = kuat lensa (dioptri

I.3.2 Rabun dekat (hipermetropi)

Adalah penderita rabun yang tidak dapat melihat benda-benda yang jaraknya dekat karena bayangan jatuh di belakang retina. Pada hipermetropi 25 cm <PP<∞. Hipermetropi dapat ditolong dengan kacamata positif (cembung). Syarat lensda cembung Si = -jarak titik dekat (PP).





(b)

P = 4 – 100/PP

PP = Jarak terdekat yang masih dapat dilihat
P = Kuat lensa

I.3.3. Mata tua (Presbiopi)

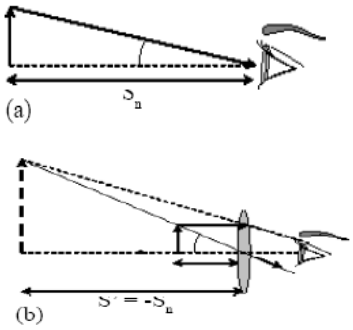
Cacat mata akibat berkurangnya daya akomodasi mata pada usia lanjut. Pada presbiopi PP<25 cm dan PR ∞. Presbiopi dapat ditolong dengan kacamata berlensa rangkap yang memiliki lensa cekung pada bagian atas dan lensa cembung pada bagian bawah.

II. LUP (KACA PEMBESAR)

Lup terdiri dari sebuah lensa cembung dan digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar tampak lebih besar dan jelas.

Pembesaran pada lup :

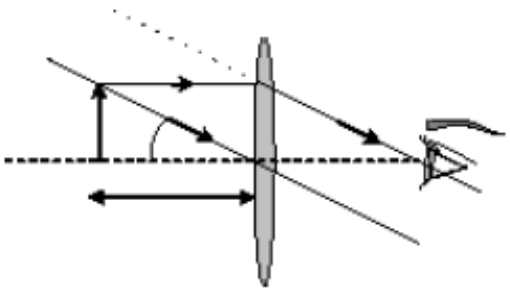
1. Mata berakomodasi maksimum
   Benda di letakkan antara o dan f
   Sifat bayangan :
   - maya
   - tegak
   - diperbesar



$M = S_n/f + 1$

dimana S_n= titik dekat (25 cm)
f = jarak fokus lup

2. Mata tak berakomodasi (berakomodasi minimum) Benda diletakkan tepat dititik f dan sejajar berkas sinar bias memasuki mata.



$M = S_n / f$

dimana S_n= titik dekat (25 cm)
f = jarak fokus lup

III. MIKROSKOP

- Adalah alat yang dipergunakan untuk mengamati benda-benda yang sangat kecil.
- Mikroskop terdiri dari 2 lensa cembung yaitu lensa obyektif (dekat benda) dan lensa okuler (dekat mata).
- Jarak fokus obyektif (f_{ob}) < jarak fokus okuler (f_{ok}).
- Benda diletakkan antara f_{ob} dan 2 f_{ob}
- Bayangan yang di bentuk oleh lensa obyektif bersifat nyata, terbalik dan diperbesar.

Sedangkan oleh lensa okuler bersifat maya, tegak dan diperbesar.

Dan bayangan akhir yang di bentuk oleh mikroskop adalah : **maya, terbalik dan diperbesar.**

Perbesaran Mikroskop

1. Perbesaran obyektif (M_{ob})

   $M_{ob} = Si_{ob} / S_{ob} = hi_{ob} / h_{ob}$

2. Perbesaran okuler

   Mata tak berakomodasi (akomodasi minimum)
   $M = S_n / f_{ok}$

   Mata berakomodasi maksimum
   $M = S_n / f_{ok} + 1$

3. Perbesaran total

   $Mt = M_{ob} \times M_{ok}$

4. Panjang mikroskop

   Mata tak berakomodasi maksimum
   $d = Si_{ob} + S_{ok}$

Mikroskop tersusun dari dua lensa positif. Lensa yang dekat benda dinamakan *lensa objektif* (*f*ob) dan lensa yang dekat mata dinamakan *lensa okuler* (*f*ok). Lensa okuler mikroskop bertindak sebagai lup berarti bayangannya adalah maya, tegak diperbesar. Bayangan akhir oleh mikroskop adalah *maya*, *terbalik*, *diperbesar*.

Perbesaran total mikroskop merupakan perkalian dari perbesaran kedua lensanya.

M = Mob × Mok

Sedangkan jarak antara lensa pada mikroskop dapat memenuhi:

d = Sob' + Sok

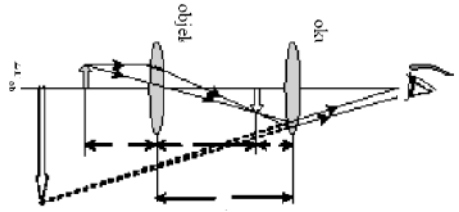
d = jarak antar lensa
Sob' = jarak bayangan oleh lensa objektif
Sok = jarak benda lensa okuler

Akomodasi maksimum

Pengamatan dengan akomodasi maksimum bisa terjadi jika jarak bayangan oleh lensa okuler jatuh pada titik dekat mata. Untuk mata normal memenuhi Sok' = -25 cm.

Akomodasi minimum

Pengamatan dengan akomodasi minimum bisa terjadi jika bayangan lensa okuler di jauh tak hingga (Sok' = ~) berarti jarak benda memenuhi : Sok = *f*ok.



Creative Formula
Perbesran pada mikroskop

1. Perbesran lensa objektif
   Mobj = h' ob / hob = S'ob / Sob

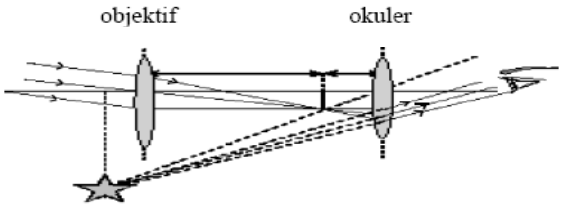
2. Perbesaran lensa okuler
   - Mata berakomodasi maks
     Mok = (Sn/fok) +1
     Sok = -Sn
   - Mata tidak berakomodasi
     Mok = Sn /fok
     S'ok = ~
     Sok = fok

IV. TEROPONG

Alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.

IV.1 Teropong bintang atau teropong astronomi.

- Tersusun atas 2 lensa cembung yaitu lensa obyektif dan lensa okuler dimana $f_{ob} > f_{ok}$



- Perbesaran teropong bintang :
  $M = f_{ob} / f_{ok}$

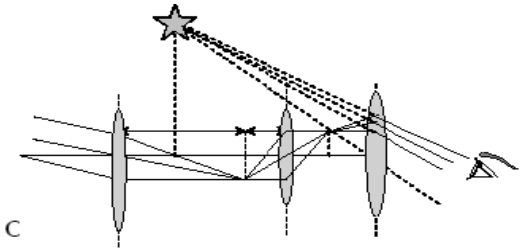
- Panjang teropong :
  $d = f_{ob} + f_{ok}$

Bayangan yang dibentuk **lensa obyektif** bersifat **nyata, terbalik, diperkecil**, sedangkan bayangan yang di bentuk **lensa okuler** bersifat **maya, tegak, dan diperbesar.**

Bayangan akhir teropong bintang adalah **maya, terbalik dengan benda.**

IV.2 Teropong bumi

Teropong bumi menggunakan lensa cembung obyektif, okuler serta pembalik.

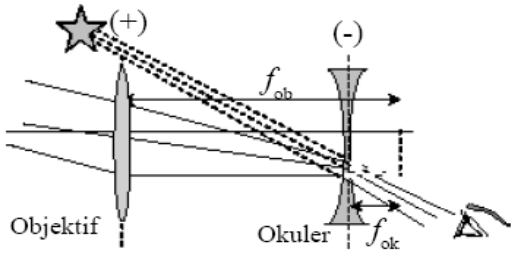


- Panjang teropong bumi adalah :
  $d = f_{ob} + 4\, f_p + f_{ok}$

- Bayangan yang dibentuk teropong bumi : **maya, tegak diperbesar**.
  $M = f_{ob} / f_{ok}$

IV.3 Teropong panggung

- Teropong panggung menggunakan lensa cembung dan lensa cekung.



- Bayangan yang dibentuk **maya, tegak dan diperbesar.**
- Perbesaran : $M = f_{ob} / f_{ok}$
- Panjang teropong : $d = f_{ob} + f_{ok}$

UJI KOMPETENSI
ALAT OPTIK

1. Titik jauh penglihatan seseorang 100 cm dimuka mata. Orang ini memerlukan kaca mata dengan lensa yang dayanya (dalam dioptri). …
   A. 0,5
   B. 0.3
   C. 3
   D. –3
   E. –1

2. Ketika berakomodasi maksimum, mata seseorang memiliki kekuatan 54 dioptri. Jarak antara kornea ke retina mata adalah 2 cm. Ini berarti titik dekat orang tersebut. …
   A. 25 cm
   B. 50 cm
   C. 100 cm
   D. 150 cm
   E. 200 cm

3. Mata seorang siswa ketika dipakai membaca di papan tulis memiliki kekuatan 51 dioptri. Jika jarak kornea ke retinanya 2 cm, berapa jauh papan tulis tersebut dari mata. …
   A. 40 cm
   B. 75 cm
   C. 100 cm
   D. 130 cm
   E. 150 cm

4. Titik dekat mata seseorang 200 cm di muka mata. Agar orang itu dapat melihat pada jarak 25 cm. Maka perlu kacamata berkekuatan. … Dioptri.
   A. 3,5
   B. 0,2
   C. –0,2
   D. –0.4
   E. –0,5

5. Titik dekat seseorang 2 meter. Kuat kacamata baca yang diperlukan adalah. ….
   A. 0,25 dioptri
   B. 0,5 dioptri
   C. 1,5 dioptri
   D. 2,0 dioptri
   E. 3,5 dioptri

6. Seseorang yang titik dekatnya ada pada jarak 50 cm di depan lensa matanya, hendak membaca buku yang diletakkan pada jarak 25 cm. Agar orang tersebut dapat membaca dengan jelas, maka ia harus memakai kacamata berkekuatan. …
   A. –2 dioptri
   B. – ½ dioptri
   C. 2 dioptri

D. 3 dioptri
E. 6 dioptri

7. Seorang penderita rabun jauh memiliki titik jauh 1 meter. Apabila orang tersebut menggunakan lensa kacamata – 2/3 dioptri. Benda terjauh yang mampu dilihat dengan jelas adalah. ....
   A. 2 meter
   B. 3 meter
   C. 4 meter
   D. 5 meter
   E. jauh tak terhingga

8. Seseoranag hanya mampu melihat benda terjauh dengan jelas pada jarak 125 cm dari matanya. Kekuatan lensa yang diperlukan adalah. …. Dioptri.
   A. –5/4
   B. –4/5
   C. 4/5
   D. 5/4
   E. 33/4

9. Seseorang yang berpenglihatan dekat memiliki catatan medik bahwa lensa kontak yang dikenakannya memiliki kekuatan –4 dioptri. Dari dqata tersebut ia dapat menentukan titik jauh matanya, yaitu. …
   A. 150 cm
   B. 100 cm
   C. 80 cm
   D. 40 cm
   E. 25 cm

10. Seorang penderita prebiopi dengan titik dekat 125 cm. Agar orang tersebut dapat membaca pada jarak 25 cm. Maka kacamata yang dipakai harus berukuran. ....
   A. -3,2 D
   B. 0,32 D
   C. 0,48 D
   D. 3,2 D
   E. 4,8 D

11. Di antara lima buah lup berikut, yang menghasilkan perbesaran maksimum adalah lup dengan jarak focus … cm
   A. 5
   B. 10
   C. 20
   D. 40
   E. 50

12. Sebuah titik yang jaraknya apinya 10 cm digunakan oleh tukang arloji yang memiliki mata normal. Perbesaran bayangannya jika *mata berakomodsi maksimum* adalah … kali
   A. 1,5
   B. 2,5

C. 3,5
D. 4,5
E. 5,5

13. Sebuah kaca pembesar berkekuatan 10 dioptri digunakan untuk melihat benda. Jika pengamat mempunyai penglihatan normal (*PP = 25 cm dan PR = ∞)* serta mata berakomodasi pada jarak 35 cm, maka perbesaran sudutnya adalah …. kali (mata menempel pada lup)
A. $14\frac{3}{14}$
B. $10\frac{3}{14}$
C. $9\frac{3}{14}$
D. $3\frac{3}{14}$
E. $1\frac{3}{14}$

14. Seorang penderita rabun dekat menggunakan lup dengan *mata berakomodasi maksimum* dan memperoleh perbesaran lima kali. Jika titik dekatnya 50 cm, kekuatan lensa lup yang digunakan adalah … D
A. 12,5
B. 10
C. 8
D. 7,5
E. 5

15. Sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa okuler pada mikroskop adalah …
A. nyata, tegak, dan diperbesar
B. nyata, terbalik dan diperbesar
C. nyata, terbalik dan diperkecil
D. maya, tegak dan diperbesar
E. maya, terbalik dan diperbesar

16. Mikroskop dengan jarak focus lensa objektif dan lensa okuler berturut-turut 1 cm dan 2,5 cm, digunakan dengan mata normal tanpa berakomodasi. Apabila jarak kedua lensa 13,5 cm, jarak preparat terhadap lensa objektif adalah … cm
A. 1,3
B. 1,1
C. 1,09
D. 1
E. 0,9

17. Sebuah mikroskop mempunyai jarak benda ke lensa objektif 2,5 cm dan jarak focus lensa okuler 3 cm. Apabila jarak bayangan lensa objektif sejauh 10 cm, perbesaran yang dibentuk oleh mikroskop untuk mata normal tidak berakomodsi adalah … kali
    A. 30.33
    B. 33,33
    C. 43,33
    D. 53,33
    E. 63,33

18. Jarak titik api lensa objektif dan okuler dari teropong bintang berturt-turut adalah 1cm dan 30 cm. Teropong tersebut dipakai oleh mata normal dan tidak berakomodasi, maka panjang teropong adalah .. cm
    A. 31
    B. 120
    C. 150
    D. 180
    E. 210

19. Teropong bintang dengan perbesaran anguler 10 kali. Bila jarak titilk api objektifnya 50 cm, maka panjang teropong. …
    A. 5 cm
    B. 35 cm
    C. 45 cm
    D. 50 cm
    E. 55 cm

20. Pada teropong bumi jarak anatara objektif dan lensa okuler adalah ….
    A. $f_{ob} + f_{ok} + 4\ f_p$
    B. $2\ f_{ob} + 2\ f_{ok} + 2f_p$
    C. $4\ f_{ob} + f_p + f_{ok}$
    D. $f_{ob} + f_p + f_{ok}$
    E. $f_{ob} + 2\ f_p + f_{ok}$